

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-111311

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H01P 3/16
H01B 3/12
// H01B 11/00

(21)Application number : 11-291033

(22)Date of filing : 13.10.1999

(71)Applicant : KYOCERA CORP

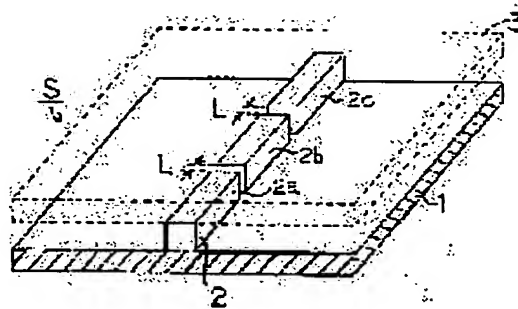
(72)Inventor : OKAMURA TAKESHI
HIRAMATSU NOBUKI

(54) NONRADIOACTIVE DIELECTRIC LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily prepare a dielectric line in a complicate shape constituted of straight arts and curve parts by reducing the conversion of electromagnetic waves of an LSM mode into an LSE mode.

SOLUTION: In this nonradioactive dielectric line, a dielectric line 2 is interposed between parallel plane conductors 1 and 3 arranged with an interval not more than $1/2$ times as long as the wavelength of a high frequency signal, and the dielectric line 2 is constituted by arranging the mutual terminal faces of three line parts 2a, 2b, and 2c so as to be faced to each other with intervals which are respectively not more than $1/8$ times as long as the wavelength.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-111311
(P2001-111311A)

(43)公開日 平成13年4月20日(2001.4.20)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 P 3/16		H 0 1 P 3/16	5 G 3 0 3
H 0 1 B 3/12	3 3 3	H 0 1 B 3/12	5 J 0 1 4
// H 0 1 B 11/00		11/00	K

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-291033

(22)出願日 平成11年10月13日(1999. 10. 13)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72)発明者 岡村 健

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

(72)発明者 平松 信樹

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

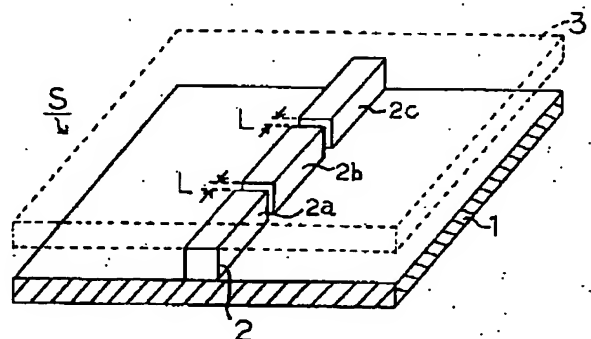
Fターム(参考) 5G303 AA10 AB06 AB08 BA12 CA01
CB01 CB17 CB30
5J014 HA06

(54)【発明の名称】 非放射性感電体線路

(57)【要約】

【課題】 L S Mモードの電磁波の L S Eモードへの変換を少なくし、また直線部と曲線部からなる複雑形状の誘電体線路を容易に作製することができる。

【解決手段】 高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で配置した平行平板導体1、3間に誘電体線路2を介装してなる非放射性感電体線路において、誘電体線路2は、3つの線路部分2a、2b、2cの端面同士を前記波長の1/8以下の間隔で対向配置させて構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】高周波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に誘電体線路を介装してなる非放射性誘電体線路において、前記誘電体線路は、複数の線路部分の端面同士を前記波長の $1/8$ 以下の間隔で対向配置させて構成されていることを特徴とする非放射性誘電体線路。

【請求項 2】前記誘電体線路は、Mg, Al, Si の複合酸化物を主成分とするセラミックからなるとともに、測定周波数 50 ~ 90 GHz での Q 値が 1000 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の非放射性誘電体線路。

【請求項 3】前記複合酸化物のモル比組成式が $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$ (但し、 $x=10 \sim 40$ モル%, $y=10 \sim 40$ モル%, $z=20 \sim 80$ モル%, $x+y+z=100$ モル% を満足する) で表されることを特徴とする請求項 2 記載の非放射性誘電体線路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばミリ波等の高周波帯域で用いられる非放射性誘電体線路に関し、ミリ波集積回路等に好適に使用されるものに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の NRD ガイド (nonradiative dielectric waveguide で、以下、NRD ガイドという) S1 の構成を図 2 に示す。図 2 の NRD ガイドは、使用周波数において空气中を伝搬する電磁波 (高周波信号) の波長 λ に対して、間隔が $\lambda/2$ 以下である一対の平行平板導体 11, 13 の間に誘電体ストリップ線路 (以下、誘電体線路という) 12 を介装することにより、その誘電体線路 12 に沿って電磁波が伝搬でき、放射波は平行平板導体 11, 13 の遮断効果によって抑制されるという動作原理に基づいている。

【0003】この NRD ガイドの電磁波伝搬モードとしては、LSM モード、LSE モードの 2 種類があることが知られているが、損失の小さい LSM モードが一般的に使用されている。また、NRD ガイドの他のタイプとして、図 3 のような曲線状の誘電体線路 14 を設けた NRD ガイド S2 もあり、これにより電磁波を容易に曲線的に伝搬させることができ、ミリ波集積回路の小型化や自由度の高い回路設計ができるという利点を持っている。

【0004】なお、図 2 および図 3 において、上側の平行平板導体 13 は内部を透視するように一部を切り欠くか、破線で示した。また、11 は下側の平行平板導体である。

【0005】また、従来、NRD ガイド S1, S2 の誘電体線路 12, 14 の材料としては、加工性の良さなどの理由で、テフロン、ポリスチレン等の比誘電率 2 ~ 4 の樹脂材料が使われてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来用いられてきたテフロン、ポリスチレン等の比誘電率 2 ~ 4 の誘電体からなる誘電体線路で NRD ガイド S1, S2 を構成すると、曲線部での曲げ損失や、誘電体線路の接合部での損失が大きいという欠点があった。このため、急峻な曲線部を設けることができなかった。また、緩やかな曲線部とした場合にも、その曲線部の曲率半径を精密に決定する必要があった。さらに、小さい曲げ損失でもって使用可能な周波数範囲が、例えば 60 GHz 付近では 1 ~ 2 GHz と十分ではなかった。これは、比誘電率が 2 ~ 4 の誘電体を用いて NRD ガイド S1, S2 を構成した場合、上記 LSM モードと LSE モードの分散曲線が非常に近いため、LSM モードの電磁波の 1 部が LSE モードに変換されてしまい、損失が増大するためであった。

【0007】また、誘電体線路 12, 14 の材料として、アルミナ (Al_2O_3) セラミック等の比誘電率が 10 程度のセラミックを用いたものもあるが、50 GHz 以上の高周波で使用するためには、誘電体線路 12, 14 の幅を非常に細くしなければならず、加工性および実装上実用的ではない。

【0008】また、セラミック等の無機化合物からなる誘電体線路 12, 14 を用いた NRD ガイドにより高周波デバイス、高周波回路モジュールを作製した場合、誘電体線路 12, 14 に急峻な曲線部を設けることはできるが、複数の直線部と曲線部からなるような複雑形状を作製することは困難であった。さらに、平行平板導体 11, 13 と誘電体線路 12, 14 との熱膨張係数の差、さらには衝撃により誘電体線路 12, 14 の破損が生じる等の問題があった。

【0009】従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、LSM モードの電磁波の LSE モードへの変換が少なく、従って小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果ミリ波集積回路等を小型化でき、しかも加工が容易で作製の自由度の高い NRD ガイドを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の非放射性誘電体線路は、高周波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に誘電体線路を介装してなる非放射性誘電体線路において、前記誘電体線路は、複数の線路部分の端面同士を前記波長の $1/8$ 以下の間隔で対向配置させて構成されていることを特徴とする。

【0011】本発明の NRD ガイドは、複数個の線路部分を所定間隔をあけて連続的に接続することで、直線部と曲線部からなる複雑形状の誘電体線路を容易に作製することができる。また、雰囲気温度変化に伴う平行平板導体と誘電体線路との熱膨張差から生じる応力や外的衝

撃により生じる応力に対して、その影響を受けにくくなる。このようにして、より自由度が高く、小型で安価なNRDガイドを構成することができる。

【0012】また本発明において、好ましくは、前記誘電体線路は、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分とするセラミックからなるとともに、測定周波数50~90GHzでのQ値が1000以上であることを特徴とする。

【0013】このような構成により、従来のアルミナセラミック等よりも低比誘電率のセラミックからなる誘電体線路を用いているため、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換を少なくでき、高周波信号の損失が抑えられる。よって、上記Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分としたセラミックを用いることにより、伝送損失が少なく、かつ安価で高い形状精度の誘電体線路を作製することができる。また、誘電体線路の比誘電率がテフロン等の樹脂材料と比して高いので、例えばこれらの樹脂材料を用いて誘電体線路の支持用治具や回路基板等を作製し、誘電体線路近傍に配置してもその影響を受けにくくなる。

【0014】さらに好ましくは、前記複合酸化物のモル比組成式が $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$ （但し、 $x=10\sim40$ モル％、 $y=10\sim40$ モル％、 $z=20\sim80$ モル％、 $x+y+z=100$ モル％を満足する）で表されることを特徴とする。これにより、さらに伝送損失が少なく、かつ安価で高い形状精度の誘電体線路を用いたNRDガイドを作製できる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明のNRDガイドはについて以下に詳細に説明する。図1は本発明のNRDガイドの斜視図であり、同図において、1、3は伝搬させる高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で配置した下側、上側の平行平板導体、2は誘電体線路であり、複数の線路部分の端面同士を前記波長の1/8以下の間隔で対向配置させて構成されており、3つの線路部分2a、2b、2cの高周波信号伝搬方向に略垂直な端面同士を対向配置することにより一連のものとして構成され、前記端面の間隔Lが波長の1/8以下である。前記線路部分2a、2b、2cの端面は高周波信号伝搬方向に略垂直であればよく、完全な垂直でなくても良い。また前記端面は平面状でなくともよく、ある程度の曲面状とされていても構わない。

【0016】本発明の誘電体線路2は、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分としたセラミックを用いる。上記セラミックは比誘電率4.5~8程度が良い。比誘電率をこの範囲に限定したのは、比誘電率が4.5未満の場合、上記したようにLSMモードの電磁波のLSEモードへの変換が大きくなるからである。また、比誘電率が8を超えると、50GHz以上の周波数で使用する際、誘電体線路2の幅を非常に細くしなければならず、

加工が困難になって形状精度が劣化し、強度の点でも問題が生じる。

【0017】また本発明において、一連の誘電体線路2を構成する線路部分2a、2b、2cの間隔Lは $\lambda/8$ （ λ は高周波信号の波長）以下とする。間隔Lをこの範囲に限定したのは、 $\lambda/8$ よりも大きくすると高周波信号の伝送損失が大きくなるからである。線路部分2a、2b、2cの個数が増加したり、さらなる低伝送損失を求める場合には、間隔Lを $\lambda/16$ 以下にすることが望ましい。

【0018】また本発明のNRDガイドは、誘電体線路2の材料として、使用周波数50~90GHzでのQ値が1000以上である、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分としたセラミックを用いる。これは、近年におけるマイクロ波帯域、ミリ波帯に含まれる50~90GHzで使用される誘電体線路として、十分な低損失性を実現するものである。

【0019】そして、誘電体線路2の組成および組成比は、モル比組成式を $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$ と表した時に、 $x=10\sim40$ モル％、 $y=10\sim40$ モル％、 $z=20\sim80$ モル％、 $x+y+z=100$ モル％を満足する、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分とする。

【0020】本発明の誘電体線路2の材料であるセラミック（誘電体磁器組成物）の主成分の組成比を前記範囲に限定したのは、次の理由による。即ち、MgOのモル％を示すxを10~40モル％としたのは、10モル％未満では良好な焼結体が得られず、また40モル％を超えると比誘電率が大きくなるからである。特にxは、60GHzでのQ値を2000以上とするという点から15~35モル％が望ましい。

【0021】また、 Al_2O_3 のモル％を示すyを10~40モル％としたのは、 Al_2O_3 量yが10モル％よりも小さい場合には良好な焼結体が得られず、40モル％を超えると比誘電率が大きくなるからである。 Al_2O_3 量を示すyは、60GHzでのQ値を2000以上とするという点から17~35モル％が望ましい。

【0022】 SiO_2 のモル％zを20~80モル％としたのは、zが20モル％よりも小さい場合には比誘電率が大きくなり、80モル％を超えると良好な焼結体が得られずQ値が低下するからである。 SiO_2 量を示すzは60GHzでのQ値を2000以上とするという点から30~65モル％が望ましい。

【0023】これらMgO, Al_2O_3 , SiO_2 のモル％を示すx, y, zは、EPMA (Electron Probe Micro Analysis) 法, XRD (X-ray Diffraction: X線回折) 法等の分析方法で特定できる。

【0024】また、本発明の誘電体線路2用のセラミック（誘電体磁器組成物）は、主結晶相がコーディエライ

10

20

30

40

50

ト ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) であり、他の結晶相としてムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)、スピネル ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)、プロトエンスタタイト {メタ珪酸マグネシウム ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) を主成分とするステアタイトの一種}、クリノエンスタタイト {メタ珪酸マグネシウム ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) を主成分とするステアタイトの一種}、フォルステライト ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$)、クリストバライト {珪酸 (SiO_2) の一種}、トリジマイト {珪酸 (SiO_2) の一種}、サファリン (Mg, Al の珪酸塩の一種) 等が析出する場合があるが、組成によってその析出相が異なる。なお、本発明の誘電体磁器組成物ではコーディエライトのみからなる結晶相であってもよい。

【0025】本発明の誘電体線路2用の誘電体磁器組成物は、以下のようにして製造する。原料粉末として、例えば MgCO_3 粉末、 Al_2O_3 粉末、 SiO_2 粉末を用い、これらを所定割合で秤量し、湿式混合した後乾燥し、この混合物を大気中において $1100 \sim 1300^\circ\text{C}$ で仮焼した後、粉砕し粉末状とする。得られた粉末に適量の樹脂バインダを加えて成形し、この成形体を大気中 $1300 \sim 1450^\circ\text{C}$ で焼成することにより得られる。

【0026】原料粉末中に含まれる Mg 、 Al 、 Si の各元素は、それぞれ酸化物、炭酸塩、酢酸塩等の無機化合物、もしくは有機金属等の有機化合物のいずれであってもよく、焼成により酸化物となるものであれば良い。

【0027】なお、本発明の誘電体磁器組成物の主成分は、 Mg 、 Al 、 Si の複合酸化物を主成分とし、 $50 \sim 90\text{GHz}$ での Q 値を 1000 以上であるという特性を損なわない範囲で、上記元素以外に、粉砕ボールや原料粉末の不純物が混入したり、焼結温度範囲の制御、機械的特性向上を目的に他の成分を含有させても良い。例えば、希土類元素化合物、 Ba 、 Sr 、 Ca 、 Ni 、 Co 、 In 、 Ga 、 Ti 等の酸化物、ならびに窒化ケイ素

等の窒化物などの非酸化物である。これらは単独または複数が含まれていても良い。

【0028】本発明のNRDガイドSは、無線LAN、自動車のミリ波レーダ等に使用されるものであり、例えば自動車の周囲の障害物および他の自動車に対しミリ波を照射し、反射波を元のミリ波と合成してビート信号を得、このビート信号を分析することにより障害物及び他の自動車までの距離、それらの移動速度等が測定できる。

【0029】かくして、本発明は、直線部と曲線部からなる複雑形状の誘電体線路を容易に作製することができ、また雰囲気温度変化に伴う平行平板導体と誘電体線路との熱膨張差から生じる応力や外的衝撃により生じる応力に対して、その影響を受けにくくなる。従って、より自由度が高く、小型で安価なNRDガイドを構成することができる。また、従来のアルミナセラミック等よりも低比誘電率のセラミックからなる誘電体線路を用いているため、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換を少なくでき、高周波信号の損失が抑えられる。

【0030】なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で変更を行うことは何等差し支えない。

【0031】

【実施例】本発明の実施例を以下に示す。

【0032】(実施例) 図1のNRDガイドSを以下のように構成した。誘電体線路2の材料として、本発明の Mg 、 Al 、 Si の複合酸化物を主成分としたセラミックであって、種々の組成比としたものを作製した。それらの比誘電率と周波数 60GHz における Q 値を表1に示す。

【0033】

【表1】

	組成 (mol%)			添加物	(wt%)	比誘電率	Q値(60GHz)
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂				
1	5	55	40	Yb ₂ O ₃	10	6.8	520
2	10	10	80	Yb ₂ O ₃	10	4.8	1400
3	10	30	60	Yb ₂ O ₃	15	5.8	1820
4	10	40	50	Yb ₂ O ₃	0.1	5.8	1850
5	15	35	50	Yb ₂ O ₃	5	5.8	2121
6	17.5	17.5	65	Yb ₂ O ₃	5	4.8	2040
7	20	40	40	Yb ₂ O ₃	5	5.8	1010
8	22.2	22.2	55.6	-	-	4.7	2810
9	25	17	58	Yb ₂ O ₃	10	5.1	2490
10	25	27	48	Yb ₂ O ₃	10	5.8	2770
11	25.5	30	44.5	Yb ₂ O ₃	10	5.8	2120
12	30	10	60	Yb ₂ O ₃	5	5.2	1500
13	30	30	40	Yb ₂ O ₃	5	6.8	2500
14	35	20	45	Yb ₂ O ₃	10	6.0	2080
15	35	35	30	Yb ₂ O ₃	0.1	6.8	2080
16	40	10	50	Yb ₂ O ₃	10	5.8	1990
17	40	20	40	Yb ₂ O ₃	5	5.5	1020
18	40	40	20	Yb ₂ O ₃	10	6.0	1470
19	40	50	10	Yb ₂ O ₃	5	7.9	520
20	58	10	32	Yb ₂ O ₃	5	7.5	1250
21	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	0.1	4.8	2910
22	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	1	4.8	2870
23	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	5	4.8	2750
24	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	7	4.8	3010
25	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	10	5.0	3010
26	22.2	22.2	55.6	Yb ₂ O ₃	15	5.4	2100
27	22.2	22.2	55.6	Y ₂ O ₃	10	5.0	2900
28	22.2	22.2	55.6	La ₂ O ₃	10	5.0	2930
29	22.2	22.2	55.6	Nd ₂ O ₃	10	5.0	2870
30	22.2	22.2	55.6	Er ₂ O ₃	10	5.0	2910
31	22.2	22.2	55.6	Lu ₂ O ₃	10	5.0	2890
32	22.2	22.2	55.6	Sa ₂ O ₃	10	5.0	2790
33	22.2	22.2	55.6	BaO	10	4.8	2500
34	22.2	22.2	55.6	SiO	10	4.8	2890
35	22.2	22.2	55.6	CaO	10	4.8	2470
36	22.2	22.2	55.6	NiO	10	5.0	2880
37	22.2	22.2	55.6	CoO	10	5.0	2780
38	22.2	22.2	55.6	In ₂ O ₃	10	5.0	2880
39	22.2	22.2	55.6	GeO ₂	10	5.0	2850
40	22.2	22.2	55.6	TiO ₂	10	5.0	2760
41	22.2	22.2	55.6	Si ₃ N ₄	10	4.9	2840

【0034】一対の平行平板導体1, 3として、表面を鏡面加工した縦80mm×横80mm×厚さ2mmのCu板を1.8mmの間隔で配置し、表1のNO. 24のコーディエライトセラミックからなる誘電体線路2を介装した。この誘電体線路2の断面形状は、高さが約1.8mm、幅が0.8mmの長方形状であり、3つの線路部分2a, 2b, 2cを間隔Lをあけて配置したものである。このNRDガイドSについて、周波数特性を測定した結果を図4に示す。同図は、周波数77GHzにおける間隔Lと伝送損失(|S₂₁|)との関係を示すものであり、線路部分2a, 2b, 2cの間隔Lがλ/8以下の場合、誘電体線路2による挿入損失が1dB以下となった。

【0035】

【発明の効果】本発明は、NRDガイドにおいて、誘電体線路が、複数の線路部分の端面同士を前記波長の1/8以下の間隔で対向配置させて構成されていることにより、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換を少なくすることができ、また直線部と曲線部からなる複雑形状の誘電体線路を容易に作製することができる。また、雰囲気温度変化に伴う平行平板導体と誘電体線路との熱膨張差から生じる応力や外的衝撃により生じる応力

に対して、その影響を受けにくくなる。従って、より自由度が高く、小型で安価なNRDガイドを構成することができる。さらに、誘電体線路に急峻な曲線部を設けて小型化できるので、全体を小型化できる。そして、樹脂材料で誘電体線路の支持用治具や回路基板等を作製し、誘電体線路近傍に配置しても、その影響を受けにくくなる。

【0036】また好ましくは、誘電体線路は、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分とするセラミックからなるとともに、測定周波数50~90GHzでのQ値が1000以上であることにより、従来のアルミナセラミック等よりも低比誘電率のセラミックからなる誘電体線路を用いることにより、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換を少なくでき、高周波信号の損失が抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のNRDガイドの内部を透視した斜視図である。

【図2】従来のNRDガイドの内部を透視した斜視図である。

【図3】従来の他のNRDガイドの内部を透視した斜視図である。

【図4】本発明のNRDガイドの線路部分の間隔と高周波信号の減衰量との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1：下側の平行平板導体

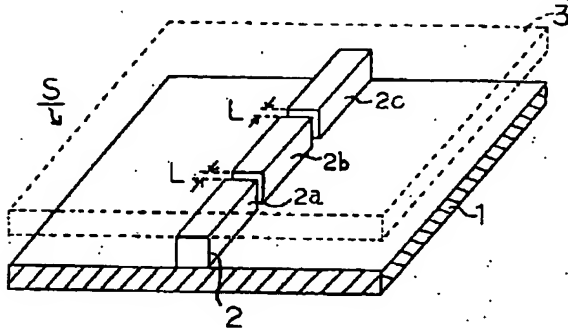
* 2：誘電体線路

2a, 2b, 2c：線路部分

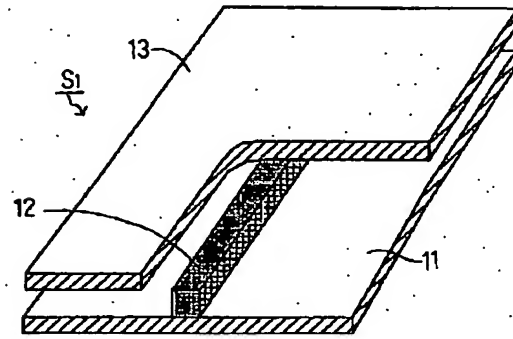
3：上側の平行平板導体

*

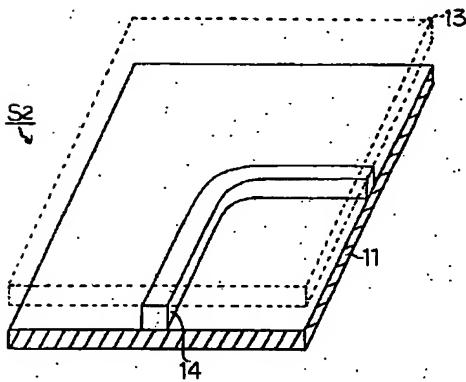
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

